

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 198 27 287 A 1

(21) Aktenzeichen: 198 27 287.1
 (22) Anmeldetag: 19. 6. 98
 (43) Offenlegungstag: 23. 12. 99

Int. Cl.⁶:
F 02 M 57/00
F 02 M 51/06
G 01 L 9/08
G 01 L 9/16

DE 198 27 287 A 1

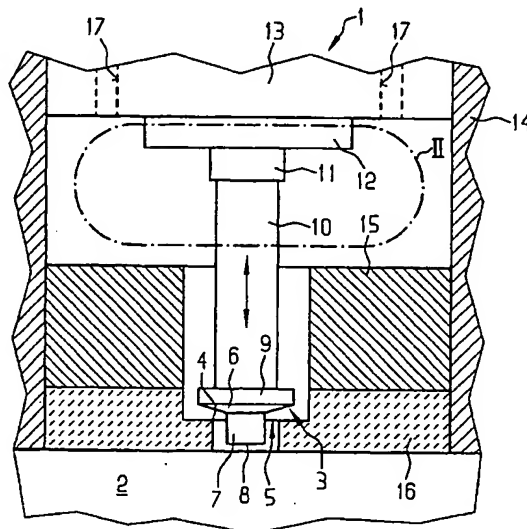
⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

Simon, Stefan, 74374 Zaberfeld, DE; Krebs, Holger,
71729 Erdmannhausen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54) Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor- Kombination

57 Eine Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination (1) für Brennstoffeinspritzanlagen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum (2) einer Brennkraftmaschine und zum Messen des Drucks in dem Brennraum (2) umfaßt ein piezoelektrisches oder magnetostruktives Element (11). Das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) ist kraftschlüssig mit einem Ventilschließkörper (3) verbunden, der mit einer Ventilsitzfläche (4) zu einem Dichtsitz (5) zusammenwirkt. Ferner ist eine elektronische Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) vorgesehen, die während einer Brennstoffeinspritz-Phase das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) so ansteuert, daß der von diesem betätigte Ventilschließkörper (3) von der Ventilsitzfläche (4) abhebt und den Dichtsitz (5) öffnet. Während einer Druckmeß-Phase erfaßt die Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) einen von dem Ventilschließkörper (3) auf das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) übertragenen und von diesem in ein elektrisches Signal gewandelten Druck in dem Brennraum (2).



DE 198 27 287 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination für Brennstoffeinspritzanlagen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine und zum Messen des Drucks in dem Brennraum.

Z.B. aus der DE 195 00 706 A1 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einem piezoelektrischen Aktor bekannt. Bei diesem bekannten Brennstoffeinspritzventil betätigt der piezoelektrische oder magnetostruktive Aktor einen Arbeitskolben, der über einen hydraulischen Wegtransformator einen Hubkolben beaufschlagt. Der Hubkolben steht formschlüssig über eine Ventilsitzfläche mit einem an der Abspritzöffnung vorgesehenen Ventilschließkörper in Verbindung. Der piezoelektrische oder magnetostruktive Aktor ist daher über den hydraulischen Wegtransformator kraftschlüssig mit dem Ventilschließkörper verbunden. Wenn der Aktor mit einer entsprechenden elektrischen Spannung beaufschlagt wird, dehnt sich dieser aus und verschiebt den Arbeitskolben entsprechend. Bereits eine relativ geringe Verschiebung des Arbeitskolbens wird durch den hydraulischen Wegtransformator in eine erheblich größere Verschiebung des Hubkolbens transformiert, so daß der Ventilschließkörper die Abspritzöffnung mit ausreichendem Querschnitt freigibt.

Ein Brennstoffeinspritzventil ähnlicher Bauart geht auch aus der DE 43 06 073 C1 hervor. Aus dieser Druckschrift ist insbesondere auch eine gehäuseseitige Lagerung des Aktors in einem speziellen Kugelscheibenlager bekannt, um bei einer geringfügigen Nicht-Parallelität der Aktorendflächen eine ganzflächige Anlage des Piezoelektrischen Aktors an dem von diesem beaufschlagten Druckkolben zu erreichen.

Für verschiedene Anwendungen ist es wünschenswert, den in dem Brennraum herrschenden Druck durch einen geeigneten Sensor zu erfassen. Dazu ist es bisher üblich, Drucksensoren als Einzelbauteile an dem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine vorzusehen und auf diese Weise den Verbrennungsdruck in den Brennräumen der Brennkraftmaschine zu messen. Da heutige Brennkraftmaschinen mehrere Einlaß- und Auslaßventile pro Brennraum aufweisen und ferner bei der Direkteinspritztechnik neben einem Brennstoffeinspritzventil zum direkten Einspritzen des Brennstoffes in den Brennraum der Brennkraftmaschine bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen auch noch eine Zündkerze zum Zünden des Brennstoffs erforderlich ist, ist der an dem Zylinderkopf vorhandene Einbauplatz sehr begrenzt. Da für die als Einzelbauteile ausgebildeten Drucksensoren eine separate Bohrung an dem Zylinderkopf erforderlich ist, stößt die praktische Realisierung einer Druckmessung an direkt in den Brennraum einspritzenden Einspritzanlagen auf Schwierigkeiten.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Brennstoffeinspritzung und die Druckmessung mittels eines Bauteils erfolgt, das diese Funktionen gemeinsam realisiert. Dabei ist lediglich eine einzige Zylinderkopfbohrung zur Montage der Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination erforderlich und nicht, wie bei bisherigen Lösungen, eine Zylinderkopfbohrung für das Brennstoffeinspritzventil und eine weitere Zylinderkopfbohrung für den Drucksensor. Durch die Einsparung der Drucksensoren als zusätzliches Bauteil lassen sich ferner die Fertigungskosten deutlich reduzieren.

Das Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination mit den Merkmalen des Anspruchs 5 hat den Vorteil, daß die Betätigung des Brennstoffeinspritzventils und die Druckerfassung durch ein einziges piezoelektrisches oder magnetostruktives Element vorgenommen wird, das diese beide Funktionen erfüllt. Da die Zumessung des Brennstoffes und die Erfassung des Verbrennungsdrucks nicht gleichzeitig sondern in zueinander versetzten Betriebsphasen erfolgt, kann die Zumessung des Brennstoffes und die Erfassung des Verbrennungsdrucks mit den gleichen Bauteilen zeitlich hintereinander erfolgen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in dem Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination bzw. des in dem Anspruch 5 angegebenen Verfahrens möglich.

In vorteilhafter Weise kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren jeder Zylinder der Brennkraftmaschine unabhängig daraufhin überprüft werden, ob ein Klopfen z. B. aufgrund undichter Ventile oder eine Zündaussetzung z. B. aufgrund einer nicht funktionstüchtigen Zündkerze auftritt. Dies kann in ein Warnsignal für den Fahrer eines Kraftfahrzeugs umgesetzt werden, in welchem die mit der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination ausgestattete Brennkraftmaschine eingebaut ist.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination und

Fig. 2 den Ausschnitt II in Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung mit verschiedenen Einzelheiten.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die in Fig. 1 beispielsweise dargestellte Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination für Brennstoffeinspritzanlagen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine und zum Messen des Drucks in dem Brennraum ist sowohl für gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschinen, insbesondere solche, die mit Benzin als Brennstoff arbeiten, als auch für selbstzündende Brennkraftmaschinen, insbesondere solche, die mit Diesel-Brennstoff arbeiten, geeignet.

Die erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination ist mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet und dient zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum 2 einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine sowie zum Messen des Drucks, insbesondere des Verbrennungsdrucks, in dem Brennraum 2. Die Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination 1 umfaßt einen Ventilschließkörper 3, der mit einer Ventilsitzfläche 4 zu einem Dichtsitz 5 zusammenwirkt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Ventilschließkörper 3 einen der Ventilsitzfläche 4 zugewandten, konischen Abschnitt 6 auf, an welchen sich abspritzseitig ein zylinderförmiger Abschnitt 7 anschließt.

Die in der Zeichnung gezeigte Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination 1 ist in ihrem geöffneten Zustand dargestellt, bei welchem der Ventilschließkörper 3 von der Ventilsitzfläche 4 abgehoben ist und den Dichtsitz 5 freigibt. In dem geschlossenen Zustand des Dichtsitzes 5 liegt der konische Abschnitt 6 des Ventilschließkörpers 3 an der Ventilsitzfläche 4 dichtend an, und der abspritzseitige, zylinder-

förmige Abschnitt 7 des Ventilschließkörpers 3 ragt in den Brennraum 2 geringfügig hinein. Die abspritzseitige Stirnfläche dient als Druckmeßfläche 8 für die Druckmeßfunktion.

Der Ventilschließkörper 3 geht über einen stromaufwärtigen, zylinderförmigen Abschnitt 9 in eine Ventalnadel 10 über, die die Hubbewegung zwischen dem Ventilschließkörper 3 und einem piezoelektrischen Element 11 vermittelt. Anstatt eines piezoelektrischen Elements 11 kann auch ein magnetostriktives Element in gleicher Weise Verwendung finden.

Das piezoelektrische Element umfaßt einen Keramikkörper mit piezoelektrischen Eigenschaften, der sich bekannterweise bei Beaufschlagung mit einer elektrischen Betriebsspannung je nach Ausrichtung des piezoelektrischen Kristalls ausdehnt oder zusammenzieht und umgekehrt bei Beaufschlagung mit einem Druck

20 eine elektrische Signalspannung erzeugt. Geeignete piezoelektrische Materialien sind z. B. Quarz, Turmalin, Bariumtitanat (BaTiO_3) oder spezielle Piezokeramiken, wie beispielsweise ein Bleizirkonat-Bleitanat-System ($\text{PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$). Vorzugsweise in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem piezoelektrischen Element 11 befindet sich eine elektronische Ansteuer- und Auswerteschaltung 12. Die Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel an einer Befestigungsplatte 13 montiert, die z. B. durch Verschweißen mit einem Gehäuse 14 fest verbunden ist. Ebenfalls mit dem Gehäuse 14 fest verbunden ist ein abspritzseitig angeordneter Ringkörper 15, an welchem eine Keramikscheibe 16 montiert ist, die der thermischen Isolation der Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination 1 gegenüber dem Brennraum 2 der Brennkraftmaschine dient und an welcher die Ventilsitzfläche 4 ausgebildet ist. Die Keramikscheibe 16 und der Ringkörper 15 bilden zusammen einen Ventilsitzkörper, der selbstverständlich auch in vollkommen anderer Weise, insbesondere auch einstückig aus Metall, ausgebildet sein kann. Um den Durchtritt des Brennstoffs zu ermöglichen, sind in der Befestigungsplatte 13 Bohrungen 17 vorgesehen. Das piezoelektrische Element 11 ist vorzugsweise auf der als Hybridschaltung 40 ausgebildeten Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 aufgebracht.

Fig. 2 zeigt den Ausschnitt II in Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung, wobei weitere Einzelheiten zu erkennen sind.

Das piezoelektrische Element 11 ist auf die Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 vorzugsweise aufgeklebt oder aufgelötet. Das piezoelektrische Element 11 besteht vorzugsweise aus mehreren, gestapelt übereinander angeordneten piezoelektrischen Keramikscheiben, die jeweils an ihrer Ober- und Unterseite mit Elektroden, beispielsweise durch Aufspalten oder Aufdampfen versehen sind. Die Elektroden sind so gepolt, daß die elektrische Feldstärke in sämtlichen piezoelektrischen Keramikscheiben in der gleichen Richtung gerichtet ist. Durch die gestapelte Anordnung mehrerer piezoelektrischer Keramikscheiben läßt sich ein vergleichsweise großer Hub der Ventalnadel realisieren.

Die Auswerte- und Steuerschaltung ist vorzugsweise als Hybridschaltung ausgeführt, wobei sich auf einem Träger 18 ein Ansteuer- und Auswerte-Chip 19 in Form einer integrierten Schaltung (IC) befindet. Der Ansteuer- und Auswerte-Chip ist über Bonddrähte 20 und 21 mit dem piezoelektrischen Element 11 elektrisch verbunden. Die in Fig. 2 nur ausschnittsweise dargestellte Ventalnadel 10 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Feder, beispielsweise eine Tellerfeder, gegen das piezoelektrische Element 11 gedrückt und an diesem in Anlage gehalten. Zum Öffnen des Dichtsitzes 5 zu Beginn der Brennstoffeinspritz-Phase

wird das piezoelektrische Element 11 so angesteuert, daß die auf die Ventalnadel 10 einwirkende Federkraft überwunden wird. Während einer Druckmeß-Phase hingegen wird das piezoelektrische Element 11 mit dem über die Ventalnadel 10 ausgeübten Federdruck und zusätzlich mit dem zu messenden Druck in dem Brennraum 2 der Brennkraftmaschine belastet.

Selbstverständlich bestehen auch andere Möglichkeiten der Montage des piezoelektrischen Elements 11 und der Ansteuer- und Auswerteschaltung 12. Beispielsweise kann das piezoelektrische Element 11 in ähnlicher Weise, wie dies bereits für Klopfensoren bekannt ist, mittels Kontaktscheiben auf der Ober- und Unterseite kontaktiert werden.

Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination 1 ist folgende: Zu Beginn einer Brennstoffeinspritz-Phase wird das piezoelektrische Element 11 durch die Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 so mit einer Betriebsspannung angesteuert, daß der Ventilschließkörper 3 über die Ventalnadel 11 von der Ventilsitzfläche 4 abgehoben wird und somit den Dichtsitz 5 freigibt. Wenn der piezoelektrische Kristall des piezoelektrischen Elements 11 so ausgerichtet ist, daß sich das piezoelektrische Element 11 bei Anlegen einer Betriebsspannung ausdehnt, ist die Betriebsspannung bei diesem geöffneten Zustand des Dichtsitzes 5 abgeschaltet.

In dem geöffneten Zustand des Dichtsitzes 5 wird Brennstoff unmittelbar in den Brennraum 2 der Brennkraftmaschine eingespritzt. Wenn die zuzumessende Brennstoffmenge erreicht ist, wird der Dichtsitz 5 am Ende der Brennstoffeinspritz-Phase geschlossen, indem das piezoelektrische Element 11 durch die Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 so mit einer Betriebsspannung beaufschlagt wird, daß sich der über die Ventalnadel 10 mit dem piezoelektrischen Element 11 verbundene Ventilschließkörper 3 an dem Ventilsitz 4 dichtend anlegt. In der nachfolgenden Druckmeß-Phase dient das piezoelektrische Element 11 als Drucksensor. Der auf die Druckmeßfläche 8 des zylindrischen Abschnitts 7 des Ventilschließkörpers 3 einwirkende Druck des Brennraums 2, insbesondere der Verbrennungsdruck nach dem Zünden des zugemessenen Brennstoffs, beaufschlagt über die Ventalnadel 10 das piezoelektrische Element 11. Das piezoelektrische Element 11 wandelt den anliegenden mechanischen Druck in eine elektrische Spannung um, die an nicht näher dargestellten Elektroden des piezoelektrischen Elements 11 abgegriffen und der Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 zugeführt wird. Am Ausgang der Ansteuer- und Auswerteschaltung 12 steht ein entsprechendes Druckmeßsignal zur Verfügung.

Das von der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil Drucksensor-Kombination erfaßte Drucksignal ermöglicht viele vorteilhafte Funktionen. So kann z. B. festgestellt werden, ob der zugemessene Brennstoff ordnungsgemäß zündet, d. h. ob bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine eine dem Brennraum zugeordnete Zündkerze ordnungsgemäß arbeitet oder ob bei einer selbstzündenden Brennkraftmaschine der erforderliche Zünddruck erreicht wird. Ferner kann durch Messen des Verbrennungsdrucks in dem Brennraum 2 überprüft werden, ob die Einlaß- und Auslaßventile des Brennraums 2 ordnungsgemäß dichten und nicht aufgrund einer Undichtheit an den Einlaß- und Auslaßventilen oder auch z. B. an der Zylinderkopfdichtung ein Druckverlust auftritt.

Ein Klopfen der Brennkraftmaschine oder Zündaussetzungen können frühzeitig erkannt werden. Das gemessene Drucksignal kann mittels einer geeigneten elektronischen Schaltung z. B. in eine Warnsignal umgesetzt werden, das dem Fahrer eines Kraftfahrzeugs, in welchen eine mit den erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventil Drucksensor-

Kombinationen ausgestattete Brennkraftmaschine eingebaut ist, angezeigt wird. Das gemessene Drucksignal kann auch in ein Diagnosesystem eingespeist werden, um Defekte der Brennkraftmaschine zu erkennen. Besonders vorteilhaft ist es, daß bei einer Brennkraftmaschine, die mehrere Zylinder aufweist, für jeden Zylinder ohne Zusatzaufwand ein Drucksignal gemessen werden kann, da jedem Zylinder ein konventionelles Brennstoffeinspritzventil zugeordnet ist, das durch die erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil Drucksensor-Kombination ersetzt werden kann. Insbesondere ist eine für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine individuelle Klopfregelung oder Zündaussetzererkennung möglich.

Dabei ist die an dem piezoelektrischen Element 11 gemessene Signalspannung um so größer, je höher der auf die Druckmeßfläche 8 einwirkende Druck des Brennraums 2 ist.

Ferner kann die Laufruhe der Brennkraftmaschine gemessen werden.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination (1) für Brennstoffeinspritzanlagen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum (2) einer Brennkraftmaschine und zum Messen des Drucks in dem Brennraum (2) mit einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element (11), einem mit einer Ventilsitzfläche (4) zu einem Dichtsitz (5) zusammenwirkenden Ventilschließkörper (3), der mit dem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element (11) kraftschlüssig verbunden ist, und einer elektronischen Ansteuer- und Auswerteschaltung (12), die während einer Brennstoffeinspritz-Phase das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) so ansteuert, daß der von diesem betätigte Ventilschließkörper (3) von der Ventilsitzfläche (4) abhebt und den Dichtsitz (5) öffnet, und die während einer Druckmeß-Phase einen von dem Ventilschließkörper (3) auf das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) übertragenen und von diesem in ein elektrisches Signal gewandelten Druck in dem Brennraum (2) erfaßt.
2. Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (12) eine Hybridschaltung ist, die in unmittelbarer Nachbarschaft des piezoelektrischen oder magnetostruktiven Elements (11) angeordnet ist.
3. Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) und der Ventilschließkörper (3) über eine Ventilnadel (10) miteinander verbunden sind.
4. Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilschließkörper (3) eine Druckmeßfläche (8) aufweist.
5. Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination für Brennstoffeinspritzanlagen zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum (2) einer Brennkraftmaschine und zum Messen des Drucks in dem Brennraum (2), mit einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element (11), einem mit einer Ventilsitzfläche (4) zu einem Dichtsitz (5) zusammenwirkenden Ventilschließkörper (3), der durch das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) betätigbar ist, und einer elektronischen Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) mit folgenden Verfahrensschritten:

- Öffnen des Dichtsitzes (5) zu Beginn einer Brennstoffeinspritz-Phase, indem das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) durch die Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) mit einer Betriebsspannung so beaufschlagt wird, daß der Ventilschließkörper (3) von der Ventilsitzfläche (4) abhebt und den Dichtsitz (5) öffnet,
- Schließen des Dichtsitzes (5) am Ende einer Brennstoffeinspritz-Phase, indem die Betriebsspannung für das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) durch die Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) geändert wird, und
- Erfassen einer Signalspannung an dem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element (11) durch die Ansteuer- und Auswerteschaltung (12) während einer Druckmeß-Phase, wobei die Signalspannung durch den in dem Brennraum (2) herrschenden und über den Ventilschließkörper (3) auf das piezoelektrische oder magnetostruktive Element (11) einwirkenden Druck hervorgerufen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Erfassen der Signalspannung an dem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Element (11) während der Druckmeß-Phase ein Klopfen und/oder eine Zündaussetzung der Brennkraftmaschine erfaßt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine mehrere Zylinder aufweist, denen jeweils eine Brennstoffeinspritzventil-Drucksensor-Kombination (1) zugeordnet ist, und daß das Klopfen und/oder die Zündaussetzung für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine separat erfaßt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

